

## DC CABLE

Patent Number: JP7065633

Publication date: 1995-03-10

Inventor(s): MIYATA HIROYUKI, others: 02

Applicant(s): FUJIKURA LTD

Requested Patent: ☐ JP7065633

Application Number: JP19930206727 19930820

Priority Number(s):

IPC Classification: H01B7/02; B29C47/02; H01B3/44; H01B7/34

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PURPOSE:** To provide a DC cable of excellent high temperature insulating resistance that can be used for large DC power transmission under free maintenance.

**CONSTITUTION:** An insulator 3 for coating a conductor 1 is formed of an LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) whose density is no greater than  $93\text{g/cm}^3$  and whose melt index is no greater than 5g/10 minutes or of VLDPE (Very Low Density Polyethylene). Or otherwise, The insulator 3 is formed of a cross-linked polyethylene, which is cross-linked by using a cross-linking agent for removing decomposed product by heating, and whose decomposed product is thus removed.

---

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-65633

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B 7/02	F	8936-5G		
B 2 9 C 47/02		8016-4F		
H 0 1 B 3/44	F	9059-5G		
7/34	A	7244-5G		
// C 0 8 L 23/08	LDD			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-206727

(22) 出願日 平成5年(1993)8月20日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 宮田 裕之

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会社フジクラ内

(72) 発明者 高橋 亨

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会社フジクラ内

(72) 発明者 丹羽 利夫

東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会社フジクラ内

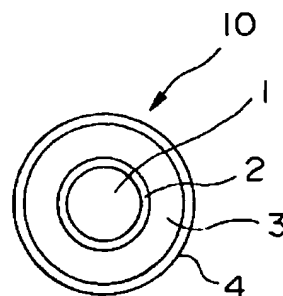
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武

(54) 【発明の名称】 直流ケーブル

(57) 【要約】

【目的】 メンテナンスフリーで、直流大容量の電力輸送に使用することができる高温絶縁耐性の良好な直流ケーブルを得る。

【構成】 導体1を被覆する絶縁体3が、密度が0.93 g/cm<sup>3</sup>以下でありかつメルトインデックスが1.5 g/10分以下であるLLDPE（直鎖状低密度ポリエチレン）またはVLDPE（超低密度ポリエチレン）、もしくは加熱によって分解生成物を除去し得る架橋剤を用いて架橋されかつその分解生成物が除去された架橋ポリエチレンから製せられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流ケーブルの導体を被覆する絶縁体が、密度が $0.93\text{ g/cm}^3$ 以下でありかつメルトインデックスが $1.5\text{ g/10分}$ 以下であるLLDPE（直鎖状低密度ポリエチレン）またはVLDPE（超低密度ポリエチレン）から製せられたものである直流ケーブル。

【請求項2】 直流ケーブルの導体を被覆する絶縁体が、加熱によって分解生成物を除去し得る架橋剤を用いて架橋され、かつその分解生成物が除去された架橋ポリエチレンから製せられたものである直流ケーブル。

【請求項3】 請求項2記載の直流ケーブルであって、上記架橋剤がジ-tert-ブチルペルオキシドまたは2,5-ジメチル-2,5-ジ（tert-ブチルペルオキシ）ヘキサンである直流ケーブル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は直流ケーブルに関するものであり、特にメンテナンスフリーでしかも高温絶縁性の高い直流ケーブルに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 直流大容量の電力輸送には従来からOFケーブルが用いられている。このOFケーブルはケーブルシース内に絶縁油を充填（Oil-Fill）したものである。図2にOFケーブルの一例を示す。図2のOFケーブル20は、軸心に亜鉛メッキ銅スパイラル21を配し、この周囲に順次、導体22、カーボン紙23、絶縁紙24、カーボン紙25、遮閉層26などの各層が形成されている。この絶縁紙24には絶縁油が含浸されている。この絶縁油は、一定の布設区間毎にケーブルの外部に導出し、油圧調整タンクに接続して油圧を常に調整しておく必要がある。また、絶縁油は経時的に劣化するので、定期的に劣化の程度を測定し、劣化が激しくなれば入れ換えるなど保守に多くの労力と経費を必要とする。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、絶縁油を使用しない大電力輸送用のケーブルが探索された。架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル（CVケーブル）は絶縁油を使用しないのでOFケーブルのように油圧調整タンクなどの補助設備を必要とせず、また保守のための労力や経費も不要であるから、交流送電には従来から多用されている。しかしこれを直流の大電力輸送に用いると絶縁破壊が起こり易く、従って直流用としては使用できないという問題があった。この絶縁破壊は次のような機構によって発生するものであることがわかった。すなわち、ケーブルの絶縁体として用いる架橋ポリエチレンの内部には、ポリエチレンを架橋する際に架橋剤として用いた有機過酸化物の分解生成物が残留している。このケーブルで大電力直流を輸送すると、強い分極した電界と発熱とによって上記架橋剤の分解生成物が活性化さ

れ、活性化した分解生成物それ自身が架橋ポリエチレンの絶縁性を低下させるとともに、架橋ポリエチレンに作用してその連鎖を切断する。そこで比較的低い電圧でも絶縁破壊が発生することになる。架橋剤を使わないポリエチレンの架橋方法も検討されたが、例えば電子線照射による方法は絶縁体の肉厚がきわめて薄い場合には有効であるものの、大容量高電圧用ケーブルなどの場合には絶縁体の肉厚が厚いので電子線が層の内部まで浸透し難く適用困難である。本発明はこの問題を解決するためになされたものであり、従って本発明の目的は、絶縁体としてポリエチレンを用いながら直流による絶縁耐性が高い直流ケーブルを提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記の課題は、上記の絶縁体が、密度が $0.93\text{ g/cm}^3$ 以下でありかつメルトインデックスが $1.5\text{ g/10分}$ 以下であるLLDPE（直鎖状低密度ポリエチレン）またはVLDPE（超低密度ポリエチレン）、もしくは加熱によって分解生成物を除去し得る架橋剤を用いて架橋されかつその分解生成物が除去された架橋ポリエチレンから製せられたものである直流ケーブルを提供することによって解決できる。ここで、メルトインデックスはJIS K7210に規定された方法によって測定される数値である。上記において、加熱により分解生成物を除去し得る架橋剤としては、ジ-tert-ブチルペルオキシド（以下「パーブチルD」と称する）または2,5-ジメチル-2,5-ジ（tert-ブチルペルオキシ）ヘキサン（以下「パーヘキサ25B」と称する）が好適である。

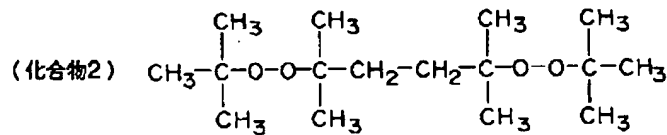
## 【0005】

【作用】 架橋していない低密度ポリエチレンは常温においては電気的にも物的にも絶縁体として優れており、また架橋剤の分解生成物を含むこともないので直流に対する絶縁耐性も高い。しかし、融点が約 $105^\circ\text{C}$ と低いために、大電力用ケーブルの常用温度である $80\sim 90^\circ\text{C}$ で継続的に使用することはできない。上記のLLDPE、VLDPEは低密度ポリエチレンの特性を維持しながら融点が $120^\circ\text{C}$ 程度と高いので、架橋せずに直流ケーブルの絶縁体として使用することができる。一方、通常の低密度ポリエチレンであっても、その架橋に、加熱によって分解生成物を除去し得る架橋剤を用いれば、架橋後に加熱乾燥することによって分解生成物を含まない架橋ポリエチレン絶縁体を得ることができ、従ってこれにより製造されたケーブルは、直流を印加しても絶縁体が活性化されることがないから、高温絶縁耐性が高いものとなる。

【0006】 本発明の直流ケーブルで絶縁体として用いることのできるLLDPE、VLDPEは、いずれも、長い直鎖の飽和炭化水素から短い直鎖の飽和炭化水素基が多数分岐した構造を有する高分子飽和炭化水素であって、密度が $0.93\text{ g/cm}^3$ 以下でありかつメルトイ

ンデクスが1.5g/10分以下であることによって通常の低～高密度ポリエチレンとは明瞭に区別されるものである。このうち、LLDPEは密度が0.91~0.93g/cm<sup>3</sup>、メルトインデクスが1.5~0.8g/10分の範囲にあり、VLDPEは密度が0.88~0.91g/cm<sup>3</sup>、メルトインデクスが0.6~1.5g/10分の範囲にある。一方、通常の低密度ポリエチレンは、密度は0.91~0.93g/cm<sup>3</sup>と、LLDPEと同程度であるが、分子中の分岐鎖がさらに不規則に分岐していることなどによってメルトインデクスは2g/10分以上と高いものとなっている。

【0007】一方、本発明で絶縁体として用いることのできる架橋ポリエチレンは、予め低密度ポリエチレンに上記の架橋剤を混合し、この混合物を導体上に押出し被覆する方法によって形成される。このとき用いる好適な架橋剤は、例えばパーブチルDまたはパーヘキサ25Bであって、低密度ポリエチレンに対していずれも1~5PHR程度混合することが好ましい。これらの架橋剤\*



【0009】本発明の直流ケーブルは、従来のCVケーブルなど、架橋ポリエチレンを絶縁体として用いたケーブルと絶縁体の構成が異なるのみであるから、その他の部分の素材、構造、形状、ケーブル全体の構成などは従来のものと変わらない。

【0010】

【実施例】次に本発明の実施例を示す。

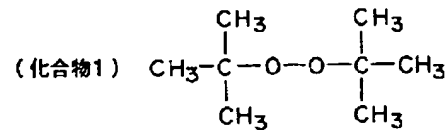
(実施例1) ケーブル作製の常法に従い、図1に示す単心の直流ケーブルを作製した。図1において、実施例1の直流ケーブル10は、導体1上に順次、内部半導電層2、絶縁体3、および外部半導電層4を被覆して形成されている。この実施例では、さらにこの上に形成されるべき遮断層やシースなどは省略した。絶縁体3としては、密度0.920g/cm<sup>3</sup>、メルトインデクス1.0g/10分のLLDPEを使用した。架橋剤は使用しなかった。この直流ケーブル10は、三層押出機を用いて上記の内部半導電層2と絶縁体3と外部半導電層4とを同時に導体1上に押出し形成し、その後、60℃の加熱炉に5時間送通して乾燥して作製した。実施例に用いた導体1の外径は9.3mmであり、絶縁体2の厚みは2.5mmであり、仕上がり直流ケーブルの外径は15mmであった。

【0011】実施例1の直流ケーブルについて、高温絶縁耐力を測定した。測定方法は以下の通りである。長さ5mの直流ケーブル試料を加熱炉中で温度90℃に保持し、導体1と外部半導電層4との間に直流電圧を印加し、この電圧を10KV/30分の速度でステップアッ

\*は、架橋反応に使われた後の分解生成物がいずれも揮発性であって、この分解生成物は、架橋反応中または終了後に、例えば60℃の乾燥炉に送通するなどによって絶縁体層から除去することができる。このような加熱乾燥工程は、従来の通常のケーブル製造においても用いられているものであるから、分解生成物除去のための特別な装置は必要としない。ここで、パーブチルD、パーヘキサ25Bはそれぞれ次の(化合物1)(化合物2)の構造を有するものである。

【0008】

【化1】



【化2】

プし、短絡が発生したときの電圧を読み取り、絶縁体の厚みmm当りの絶縁破壊電圧として表示した。この結果を表1に示す。

【0012】(実施例2) 絶縁体として、密度0.900g/cm<sup>3</sup>、メルトインデクス0.4g/10分のVLDPEを使用した以外は実施例1と同様にして、実施例2の直流ケーブルを作製した。得られた実施例2の直流ケーブルについて、実施例1と同様にして高温絶縁耐力を測定した。この結果を表1に示す。

【0013】(実施例3) 絶縁体として、パーブチルDを2PHR用いて架橋した低密度ポリエチレンを使用した以外は実施例1と同様にして、実施例3の直流ケーブルを作製した。得られた実施例3の直流ケーブルについて、実施例1と同様にして高温絶縁耐力を測定した。この結果を表1に示す。

【0014】(実施例4) 絶縁体として、パーヘキサ25Bを2PHR用いて架橋した低密度ポリエチレンを使用した以外は実施例1と同様にして、実施例4の直流ケーブルを作製した。得られた実施例4の直流ケーブルについて、実施例1と同様にして高温絶縁耐力を測定した。この結果を表1に示す。

【0015】(比較例1) 絶縁体として、従来の架橋剤であるジクミルペルオキシドを2PHR用いて架橋した低密度ポリエチレンを使用した以外は実施例1と同様にして、比較例1のケーブルを作製した。得られた比較例1のケーブルについて、実施例1と同様にして高温絶縁耐力を測定した。この結果を表1に示す。

【0016】

\* \* 【表1】

試 料	絶縁破壊電圧 (KV/mm)
実施例1	110
実施例2	110
実施例3	120
実施例4	130
比較例1	90

【0017】表1に示した結果から、実施例1～4の直流ケーブルの90℃における絶縁耐力はいずれも110KV/mm以上であり、比較例1の90KV/mmに比べ、高温絶縁耐力の大幅な向上が認められる。上記の実施例では、本発明の効果を示すために簡略化した単心ケーブルを作製し試験したが、本発明の技術が、従来知られている全ての形式のケーブルに必要な応じて適用できるものであることは明かである。

【0018】

【発明の効果】本発明の直流ケーブルは、絶縁体がLLDPE、VLDPE、または加熱により分解生成物を除去し得る架橋剤を用いて架橋されかつその分解生成物が

除去された架橋ポリエチレンから製せられたものである。直流電界による絶縁破壊が発生せず、また絶縁体自体の耐熱性も高い。従って高温絶縁耐力の良好な直流ケーブルが得られる。本発明の直流ケーブルは上記のように高温絶縁耐力が優れたものである。直流大容量の電力輸送などにメンテナンスフリーで有利に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

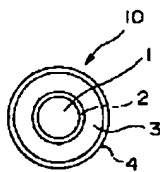
【図1】 実施例1の直流ケーブルを示す断面図。

【図2】 従来のOFケーブルの一例を示す断面図。

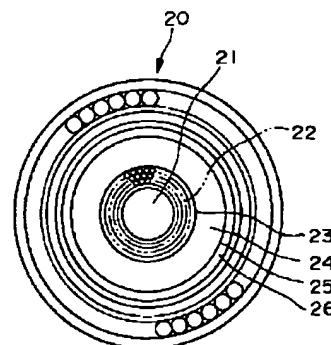
【符号の説明】

1…導体、3…絶縁体、10…直流ケーブル。

【図1】



【図2】



(5)

特開平7-65633

フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>

B 2 9 K 23:00

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所